

IIP-117-A

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Aoyama
Serial Number: Unknown
Filed: Concurrently herewith
Group Art Unit: Unknown
Examiner: Unknown
Confirmation No.: Unknown
Title: METHOD, APPARATUS AND PROGRAM FOR COMPOSITING
IMAGES, AND METHOD, APPARATUS AND PROGRAM FOR
RENDERING THREE-DIMENSIONAL MODEL

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

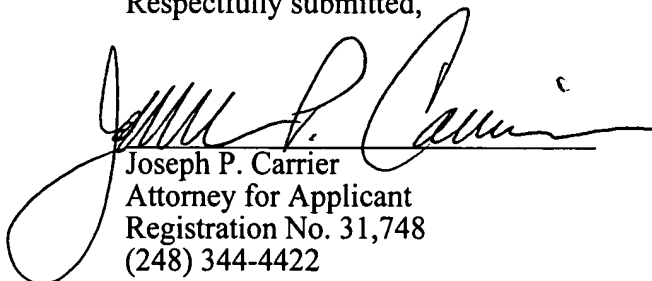
Commissioner For Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In connection with the identified application, applicant encloses for filing a certified copy of:
Japanese Patent Application No. 2003-113202, filed 17 April 2004, to support applicant's claim for
Convention priority under 35 USC §119.

Respectfully submitted,

Customer Number 21828
Carrier, Blackman & Associates, P.C.
24101 Novi Road, Suite 100
Novi, Michigan 48375
16 April 2004


Joseph P. Carrier
Attorney for Applicant
Registration No. 31,748
(248) 344-4422

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the U.S. Postal Service as Express
Mail Certificate ET986049325US in an envelope addressed to Mail Stop Patent Application,
Commissioner For Patents, PO Box 1450, Alexandria VA 22313-1450 on 16 April 2004.

Dated: 16 April 2004
JPC/km
enclosures


Kathryn MacKenzie

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 1 7 日
Date of Application:

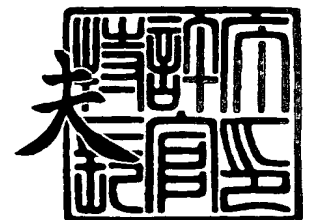
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 1 3 2 0 2
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 1 3 2 0 2]

出 願 人 本 田 技 研 工 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 2 7 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 4 - 3 0 0 3 3 0 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 H103055401

【提出日】 平成15年 4月17日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06T 15/00
G06T 17/40

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号
株式会社本田技術研究所内

【氏名】 青山 千秋

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064414

【弁理士】

【氏名又は名称】 磯野 道造

【電話番号】 03-5211-2488

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015392

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9713945

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像合成方法、装置、およびプログラム、ならびに立体モデルのレンダリング方法、装置、およびプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 立体モデル、投影面、視点を計算上の空間に設定し、前記視点から前記投影面上の投影画素に向かう方向を追跡し、前記立体モデルの属性を取得して、前記投影面上に前記立体モデルの二次元画像を生成するとともに、カメラで撮影した実写画像に前記二次元画像を重ねて合成画像を生成する画像合成方法であって、

前記視点から前記投影画素に向かう追跡視線を、前記投影画素に相当する前記カメラの撮像素素への入射光線に合わせて設定することを特徴とする画像合成方法。

【請求項 2】 カメラで撮影した実写画像と、立体モデルを投影面上に投影して生成した二次元画像とを重ねて合成画像を生成する画像合成装置であって、

前記カメラで撮影される実写画像の画素位置と、その画素へ入射する入射光線の方向及び位置を特定する情報と、を関連づけた較正テーブルを蓄積した較正テーブル蓄積手段と、

投影面上の投影画素ごとに、その投影画素の画素位置から、前記較正テーブルを参照して前記入射光線の方向及び位置を取得し、これらの入射光線の方向及び位置に基づき、前記カメラで撮影した時の入射光線に合わせた追跡視線を算出する追跡視線算出手段と、

前記追跡視線算出手段で算出した追跡視線と、前記立体モデルとの関係から、前記投影画素の色を決定し、投影面上の二次元画像を生成する二次元画像生成手段と、

前記実写画像に、前記二次元画像生成手段で生成した二次元画像を重ねる画像合成手段とを備えることを特徴とする画像合成装置。

【請求項 3】 前記較正テーブルの入射光線の方向及び位置を特定する情報は、前記入射光線の方向と、基準位置から前記入射光線への変位量とからなることを特徴とする請求項 2 に記載の画像合成装置。

【請求項 4】 前記較正テーブルの入射光線の方向及び位置を特定する情報は、前記入射光線上の 2 点の座標であることを特徴とする請求項 2 に記載の画像合成装置。

【請求項 5】 カメラで撮影した実写画像と、立体モデルを投影面上に投影して生成した二次元画像とを重ねて合成画像を生成するため、前記カメラで撮影される画像の画素位置と、その画素へ入射する入射光線の方向及び位置を特定する情報と、を関連づけた較正テーブルを用い、コンピュータを、

投影面上の投影画素ごとに、その投影画素の画素位置から、前記較正テーブルを参照して前記入射光線の方向及び位置を取得し、これらの入射光線の方向及び位置に基づき、前記カメラで撮影した時の入射光線に合わせた追跡視線を算出する追跡視線算出手段と、

前記追跡視線算出手段で算出した追跡視線と、前記立体モデルとの関係から、前記投影画素の色を決定し、投影面上の二次元画像を生成する二次元画像生成手段と、

前記実写画像に、前記二次元画像生成手段で生成した二次元画像を重ねる画像合成手段として機能させることを特徴とする画像合成プログラム。

【請求項 6】 カメラで撮影した実写画像にコンピュータグラフィクスを合成するため、立体モデルを二次元画像に投影する立体モデルのレンダリング方法であって、

立体モデル、投影面、視点を計算上の空間に設定するステップと、

前記視点から前記投影面上の投影画素に向かう追跡視線を、前記投影画素に相当する前記カメラの撮影画素への入射光線に合わせて設定するステップと、

前記視点から前記投影面上の投影画素に向かう方向を追跡し、前記立体モデルの色を取得するステップと、

取得した立体モデルの色を前記投影面上の前記投影画素に配置して二次元画像を生成するステップとを有することを特徴とする立体モデルのレンダリング方法。

【請求項 7】 カメラで撮影した実写画像にコンピュータグラフィクスを合成するため、立体モデルを二次元画像に投影する立体モデルのレンダリング装置

であって、

前記カメラで撮影される画像の画素位置と、その画素へ入射する入射光線の方
向及び位置を特定する情報と、を関連づけた較正テーブルを蓄積した較正テー
ブル蓄積手段と、

投影面上の投影画素ごとに、その投影画素の画素位置から、前記較正テー
ブルを参照して前記入射光線の方
向及び位置を取得し、これらの入射光線の方
向及び
位置に基づき、追跡視線を算出する追跡視線算出手段と、

前記追跡視線算出手段で算出した追跡視線と、前記立体モデルとの関係から、
前記投影画素の色を決定し、投影面上の二次元画像を生成する二次元画像生成手
段とを備えることを特徴とする立体モデルのレンダリング方法。

【請求項 8】 カメラで撮影した実写画像にコンピュータグラフィクスを合
成するため、前記カメラで撮影される画像の画素位置と、その画素へ入射する入
射光線の方
向及び位置を特定する情報と、を関連づけた較正テーブルを用いて、
立体モデルを二次元画像に投影する立体モデルのレンダリングプログラムであっ
て、コンピュータを、

投影面上の投影画素ごとに、その投影画素の画素位置から、前記較正テー
ブルを参照して前記入射光線の方
向及び位置を取得し、これらの入射光線の方
向及び
位置に基づき、追跡視線を算出する追跡視線算出手段と、

前記追跡視線算出手段で算出した追跡視線と、前記立体モデルとの関係から、
前記投影画素の色を決定し、投影面上の二次元画像を生成する二次元画像生成手
段として機能させることを特徴とする立体モデルのレンダリングプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、カメラによる実写画像と、立体モデルとを合成する画像合成方法、
装置、およびプログラム、ならびに立体モデルのレンダリング方法、装置および
プログラムに関する

【0002】

【従来の技術】

従来より、計算機（コンピュータ）で生成した立体モデルから二次元画像を生成する（これを「レンダリング」という。）方法として、レイトレーシング法が知られている（例えば、特許文献1参照）。

レイトレーシング法は、図5に示すように、計算機の仮想空間上に立体モデル101を生成し、この立体モデル101を視点103から見たときの二次元画像を生成する方法である。レイトレーシングを行う際には、視点103から立体モデル101を見た方向に投影面102を設定し、空間の適当な位置に光源104を設定する。そして、投影面102上に、画面と同様の画素105を設定し、画素105から視点103に入ってくる光線106を逆に追跡し、立体モデル101の色を画素105の色に決定する。この操作をすべての画素105について行うことにより、投影面102上に立体モデル101が投影される。

【0003】

そして、近年ではコンピュータの性能向上により、映画やテレビの映像において、カメラで撮影した実写画像とコンピュータグラフィクス（CG：Computer Graphics）で作ったキャラクタや商品などの画像とを合成して、新たな映像表現が行われている。

このような合成画像を作るためには、まず、計算機内で立体モデルを生成し、この立体モデルをレイトレーシング法で二次元画像にする際に、実写画像を撮影したカメラと、同じ撮影角度（チルト角など）、画角になるように視点と投影面、投影面上の画素を設定する。そして、投影面上にできあがった二次元画像を実写画像と重ね合わせる。

【0004】

【特許文献1】

特開2000-207576号公報（図7、段落0002～0004等）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、前記したような画像合成方法は、カメラがピンホールカメラモデルに基づいていることを前提としており、実写画像とCGを重ね合わせたときに、微

妙なズレが生じる。

ここで、ピンホールカメラモデルと、実際のレンズ系を有するカメラの違いについて説明する。

ピンホールカメラモデルとは、図6に示すように、基点位置（針穴：ピンホールH）を通して入射する光（入射光）のみが、画像面上に到達して、三次元空間が、画像面上の二次元空間に対応付けられるモデルを言う。このようにピンホールカメラモデルは、入射光線が一点のピンホールを通して画像が形成されることを想定している。ところが、ピンホールカメラではなく、レンズ系を有するカメラでは入射光線を延長しても1点に収束しない。そのため、レンズ系を有するカメラで撮像した画像には、非線形の歪みが存在し、周辺視野ほどその歪みが大きい。

【0006】

一方、立体モデルのレンダリングの際に、一点の固定された視点から光線を追跡することは、立体モデルをピンホールカメラモデルで撮影するのと同様の関係にあり、実際のカメラに入射してくる光線と比較すると、微妙に異なる方向から光線が入射するような計算方法になる。

【0007】

このように、従来の画像合成方法では、実写画像に対するCGの見え方が微妙にずれていることから、静止している画像では気にならなくても、動画にすると、CGが僅かに揺れ動き、違和感を与える。

たとえば、自動車の運転席からインスツルメントパネルとフロントガラスの外景色が見えるようにカメラで撮影し、この実写画像に、CGのメータ類をインスツルメントパネルに合成したとする。そして、カメラのパンを変えるシーンを作ると、本来、CGのメータ類はインスツルメントパネルと一体に動かなければならないが、従来の画像合成方法では、インスツルメントパネルに対し、相対的に揺れながら動いてしまう。

このような現象は、実写画像の撮影距離が近距離から遠距離まで広範囲に渡り、かつカメラ（視点）に対して設定されたCG（立体モデル）の距離が近いと顕著になる。このような問題から、従来の合成映像作成の際には、人手で、CGの

位置などを修正する必要があった。

【0008】

本発明は、以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、従来の実写画像とCGの画像合成において、ピンホールカメラモデルを前提とした誤差の根本原因を除去し、自然な感じの合成画像を作ることが可能な画像合成方法、装置、およびプログラム、ならびに立体モデルのレンダリング方法、装置、およびプログラムを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、前記目的を達成するために創案されたものであり、まず、請求項1に記載の画像合成方法は、立体モデル、投影面、視点を計算上の空間に設定し、前記視点から前記投影面上の投影画素に向かう方向を追跡し、前記立体モデルの属性を取得して、前記投影面上に前記立体モデルの二次元画像を生成するとともに、カメラで撮影した実写画像に前記二次元画像を重ねて合成画像を生成する画像合成方法であって、前記視点から前記投影画素に向かう追跡視線を、前記投影画素に相当する前記カメラの撮像素素への入射光線に合わせて設定することを特徴とする。

【0010】

このように、本発明は計算上の空間で、視点から立体モデルを見て、投影面の投影画素に立体モデルの二次元画像を投影する方法（いわゆるレイトレーシング法）において、視点を、合成する実写画像を撮影したカメラに合わせて、投影画素ごとに設定するものである。つまり、カメラで撮影した画面中の画素位置（撮像素素）に応じて、その画素に入ってくる入射光線の方角を予め測定しておき、投影画素に立体モデルの色を投影する追跡視線を、その投影画素に相当する撮像素素への入射光線に合わせるようにする。

この投影画素の色を決める際には、立体モデルの属性、例えば、色（色合い、明るさなど）や、反射率、透明度、及び基準視点Oからの距離などが考慮される。

こうすることで、カメラで撮影した実際の空間と実写画像の光学的関係と、計

算上の空間（立体モデル）と二次元画像の光学的関係とが正確に一致するので、これらの実写画像と、二次元画像を合成したときに自然な画像または映像となる。

【0011】

請求項2に記載の画像合成装置は、カメラで撮影した実写画像と、立体モデルを投影面上に投影して生成した二次元画像とを重ねて合成画像を生成する画像合成装置であって、前記カメラで撮影される実写画像の画素位置と、その画素へ入射する入射光線の方角及び位置を特定する情報と、を関連づけた較正テーブルを蓄積した較正テーブル蓄積手段と、投影面上の投影画素ごとに、その投影画素の画素位置から、前記較正テーブルを参照して前記入射光線の方角及び位置を取得し、これらの入射光線の方角及び位置に基づき、前記カメラで撮影した時の入射光線に合わせた追跡視線を算出する追跡視線算出手段と、前記追跡視線算出手段で算出した追跡視線と、前記立体モデルとの関係から、前記投影画素の色を決定し、投影面上の二次元画像を生成する二次元画像生成手段と、前記実写画像に、前記二次元画像生成手段で生成した二次元画像を重ねる画像合成手段とを備えることを特徴とする。

【0012】

このように、較正テーブル蓄積手段に較正テーブルを用意しておき、追跡視線算出手段が、投影画素ごとに、入射光線の方角及び位置を特定する情報を取得し、追跡視線、つまり、立体モデルを投影面に投影するための視線を算出する。そして、二次元画像生成手段が、前記追跡視線と立体モデルとの関係から投影画素の色を決定すれば、カメラで撮影した実際の空間と実写画像の光学的関係と同じ関係で、立体モデルから二次元画像を生成することができる。そのため、画像合成手段で、実写画像と二次元画像を重ねると、自然な合成画像もしくは合成映像となる。

【0013】

前記した較正テーブルの入射光線の方角及び位置を特定する情報としては、例えば、前記入射光線の方角と、基準位置から前記入射光線への変位量とから構成することができる（請求項3）。また、これに限らず、例えば、カメラと一定の

関係にある位置を原点として、前記入射光線上の 2 点の座標により特定してもよい（請求項 4）。

【0014】

また、このような画面合成装置の各手段は、カメラで撮影した実写画像と、立体モデルを投影面上に投影して生成した二次元画像とを重ねて合成画像を生成するため、前記カメラで撮影される画像の画素位置と、その画素へ入射する入射光線の方向及び位置を特定する情報と、を関連づけた較正テーブルを用い、コンピュータを、投影面上の投影画素ごとに、その投影画素の画素位置から、前記較正テーブルを参照して前記入射光線の方向及び位置を取得し、これらの入射光線の方向及び位置に基づき、前記カメラで撮影した時の入射光線に合わせた追跡視線を算出する追跡視線算出手段と、前記追跡視線算出手段で算出した追跡視線と、前記立体モデルとの関係から、前記投影画素の色を決定し、投影面上の二次元画像を生成する二次元画像生成手段と、前記実写画像に、前記二次元画像生成手段で生成した二次元画像を重ねる画像合成手段として機能させるように構成することもできる（請求項 5）。

【0015】

そして、請求項 6 に記載の発明は、カメラで撮影した実写画像にコンピュータグラフィックスを合成するため、立体モデルを二次元画像に投影する立体モデルのレンダリング方法であって、立体モデル、投影面、視点を計算上の空間に設定するステップと、前記視点から前記投影面上の投影画素に向かう追跡視線を、前記投影画素に相当する前記カメラの撮影画素への入射光線に合わせて設定するステップと、前記視点から前記投影面上の投影画素に向かう方向を追跡し、前記立体モデルの色を取得するステップと、取得した立体モデルの色を前記投影面上の前記投影画素に配置して二次元画像を生成するステップとを有することを特徴とする。

【0016】

また、請求項 7 に記載の発明は、カメラで撮影した実写画像にコンピュータグラフィックスを合成するため、立体モデルを二次元画像に投影する立体モデルのレンダリング装置であって、前記カメラで撮影される画像の画素位置と、その画素

へ入射する入射光線の方向及び位置を特定する情報と、を関連づけた較正テーブルを蓄積した較正テーブル蓄積手段と、投影面上の投影画素ごとに、その投影画素の画素位置から、前記較正テーブルを参照して前記入射光線の方向及び位置を取得し、これらの入射光線の方向及び位置に基づき、追跡視線を算出する追跡視線算出手段と、前記追跡視線算出手段で算出した追跡視線と、前記立体モデルとの関係から、前記投影画素の色を決定し、投影面上の二次元画像を生成する二次元画像生成手段とを備えることを特徴とする。

【0017】

また、このようなレンダリング装置の各手段は、カメラで撮影した実写画像にコンピュータグラフィクスを合成するため、前記カメラで撮影される画像の画素位置と、その画素へ入射する入射光線の方向及び位置を特定する情報と、を関連づけた較正テーブルを用いて、立体モデルを二次元画像に投影する立体モデルのレンダリングプログラムであって、コンピュータを、投影面上の投影画素ごとに、その投影画素の画素位置から、前記較正テーブルを参照して前記入射光線の方向及び位置を取得し、これらの入射光線の方向及び位置に基づき、追跡視線を算出する追跡視線算出手段と、前記追跡視線算出手段で算出した追跡視線と、前記立体モデルとの関係から、前記投影画素の色を決定し、投影面上の二次元画像を生成する二次元画像生成手段として機能させるように構成することもできる（請求項8）。

【0018】

【発明の実施の形態】

次に、図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。

まず、一般にピンホールカメラモデルと呼ばれるカメラにおいて、画像の歪みの原因となる、入射光線が一点で交わらないカメラの非ピンホール性について説明し、その非ピンホール性を有するカメラの特性を数値化したキャリブレーションデータについて説明する。そして、カメラの撮像画素毎のキャリブレーションデータを測定して較正テーブルを生成する方法について説明し、この較正テーブルを有する画像合成装置（レンダリング装置）について順次説明する。

【0019】

[カメラの非ピンホール性について]

まず、図7を参照して、レンズ系を有するカメラで撮像した画像において、歪みが発生する原因について説明する。図7は、レンズ系を有するカメラの模式図である。ここでは、説明を簡略化するため、レンズ系を板ガラスGとし、絞りFによってピンホールHが生成されているものとする。このカメラCの板ガラスGに垂直に入射する入射光線 r_1 は、ピンホールHを通して撮影画像I上の画素R1に撮像される。また、板ガラスGに斜めに入射した入射光線 r_2 及び r_3 は、板ガラスG内で屈折した後にピンホールHを通して撮影画像I上の画素R2及びR3に撮像される。

【0020】

しかし、このカメラCは、板ガラスGを通過する前の入射光線 r_2 及び r_3 の延長線である r_2' 及び r_3' と、入射光線 r_1 とは、一点では交わらず、実際にはピンホールカメラモデルとはなっていないことがわかる。このため、撮影画像I上の画素R3には、ピンホールカメラモデルで想定している入射光線 r_r とは、距離D分だけずれた入射光線 r_3 が撮像されることになる。

【0021】

このように、レンズ系（ここでは板ガラスG）に入射される入射光線によって像を撮像するカメラは、ピンホール性が崩れていることになる（非ピンホール性）。以下、レンズ系を有するカメラを「非ピンホールカメラ」と呼ぶこととする。

【0022】

[キャリブレーションデータについて]

次に、図8を参照して、非ピンホールカメラの特性を数値化したキャリブレーションデータについて説明する。図8は、キャリブレーションデータの内容を説明するための説明図である。図8に示すように、レンズ1に入射する入射光線Rは2点で特定することができる。ここでは、第1の光源位置P1と、第2の光源位置P2とから発光される光が同一の画素（図示せず）に撮像されたときに、入射光線Rがその画素に対応する入射光線であると特定する。

【0023】

ここで、すべての入射光線との距離の自乗和が最小となる点を光学中心Oと定義し、各撮像素子に対応する入射光線Rと光学中心Oとの距離が最小となる点を、その入射光線Rの入射光基点Kと定義する。

【0024】

すなわち、光学中心O (x_0, y_0, z_0) は、すべての入射光線において、光源位置P1 (x_1, y_1, z_1) と光源位置P2 (x_2, y_2, z_2) とで特定される、入射光線Rからの距離dの自乗((1)式)和が最小になる位置を、最小自乗法によって求めた位置となる。

【0025】

$$d^2 = -(A^2/B) + C \quad \dots (1)$$

【0026】

ただし、

$$A = (x_2 - x_1)(x_1 - x_0) + (y_2 - y_1)(y_1 - y_0) + (z_2 - z_1)(z_1 - z_0)$$

$$B = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2,$$

$$C = (x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2$$

とする。

【0027】

これによって、入射光線の方向(光源位置P1及びP2で特定される方向)と、光学中心Oから入射光基点Kへの変位量(三次元ベクトル V_D (dx, dy, dz)で表現)とを対応付けたデータをキャリブレーションデータとすることで、非ピンホールカメラの特性を数値化することができる。

【0028】

なお、キャリブレーションデータは、これに限定されるものではない。例えば、前記した例では、光学中心Oを基準位置とし、光学中心Oから入射光線に降ろした垂線の足までのベクトルを変位量としているが、基準位置は、光学中心に限らず、カメラと一定関係にある固定点であれば、どのような点でも構わない。そして、変位量 V_D は、基準位置から入射光線上の任意の一点へ向かうベクトルであればよく、基準位置から入射光線へ降ろした垂線の足には限られない。

【0029】

[較正テーブルの生成方法]

次に、図9を参照して、非ピンホールカメラの特性を数値化したキャリブレーションデータをカメラの撮影画素（投影画素に相当）毎に関連付けた較正テーブルを生成する方法について説明する。図9は、較正テーブルを生成する方法の原理を示す概念図である。なお、図9（a）は、特定の入射光線に対して、カメラのパン及びチルトを変化させることで、キャリブレーションデータを測定する原理を示す概念図であり、図9（b）は、固定したカメラに対して、入射光線を変化させることで、キャリブレーションデータを測定する原理を示す概念図である。

【0030】

図9（a）に示すように、キャリブレーションデータを撮影画素毎に関連付けた較正テーブルを生成するには、非ピンホール性を有するカメラCに対して、光源位置をP1及びP2の1方向に移動させ（1軸移動）、光源位置P1及びP2で特定される入射光線Rを決定し、光源位置P1及びP2から発光される光が共に、測定を行う撮像素子に入射されるように、カメラCのパン及びチルトを調整（2軸回転）することで、カメラCの撮像素子毎に入射される入射光線Rの方向を特定する。

【0031】

また、図9（b）に示すように、カメラCは固定しておき、光源位置P1及びP2の2点で発光した入射光線Rが、測定画素に入射されるように、光源位置P1及びP2をXYZ方向に移動（3軸移動）させることで、その測定画素に入射される光源位置P1及びP2の2点で定まる入射光線Rの方向を特定することとしてもよい。

【0032】

図9（a）又は（b）で、測定を行った各撮像素子毎に特定された入射光線Rに基づいて、入射光線Rの方向と、光学中心Oから入射光基点K（図8参照）への変位量とをキャリブレーションデータとして撮像素子（投影画素）毎に関連づけることで較正テーブルを生成することができる。

なお、較正テーブルは、画素毎の入射光線の方向と位置を、カメラに対して特

定できればいいものなので、例えば、入射光線を 2 つの点の座標により特定してテーブル化することもできる。

【0033】

〔画像合成装置の構成〕

次に、図 1 及び図 2 を参照して、画像構成装置について説明を行う。図 1 は、本発明の実施形態である画像合成装置の構成を示したブロック図であり、図 2 は、実施形態に係る画像合成装置で使用されるレンダリング方法を説明する図である。図 1 に示した画像合成装置 1 は、カメラ（図示せず）で撮影した実写画像と、計算機で生成した立体モデルとを合成する装置である。

ここでは、画像合成装置 1 を、モデル設定手段 10 と、較正テーブル蓄積手段 20 と、追跡視線算出手段 30 と、二次元画像生成手段 40 と、画像合成手段 50 とを備えて構成した。なお、画像合成装置 1 から画像合成手段 50 を除いた、モデル設定手段 10、較正テーブル蓄積手段 20、追跡視線算出手段 30、二次元画像生成手段 40 が特許請求の範囲にいうレンダリング装置 1' に相当する。

これらの各手段は、CPU、入出力装置、記憶装置を有するコンピュータに、コンピュータプログラムを実行させ、または記憶装置にデータを記憶させることで構成できる。

【0034】

モデル設定手段 10 は、画像合成装置 1（計算機）内の空間座標に、立体モデル OB、投影面 PL、基準視点 O、光源 L の位置やモデルの位置、姿勢を設定する手段である。具体的には、これらを画像合成装置 1 に入力するための入力インタフェースに相当する。この各値は、CG の合成対象となる背景などの実写画像（映像）をカメラで撮影した際の状況に合わせて設定される。例えば、地面に対するカメラのチルト角や、カメラに対する光源 L の位置などを設定する。

【0035】

ここで、立体モデル OB は、三次元 CAD などにより生成され、若しくは実測に基づいて生成した計算機上のモデルであり、画像合成装置 1 の外部から入力し、若しくは画像合成装置 1 が有する記憶装置から読み出して設定する。

【0036】

投影面 PL は、計算上の空間内で立体モデル OB を投影する面である。投影面 PL と基準視点 O の関係は、すべての視線が投影面 PL を通過するように設定する。また、投影面 PL 上に設定する投影画素 PP は、撮影画素ごとに生成される視線が通過する位置に設定する。また、投影画素 PP のフレームは、カメラの画角に合った画像フレームとなるように設定する。

【0037】

基準視点 O は、投影面 PL に立体モデル OB を投影するための始点となる位置であり、その位置から各投影画素 PP に向かって追跡視線 LC を伸ばし、立体モデル OB の色を取得するのに使用される。なお、後記するように、追跡視線 LC の始点は、正確には基準視点 O と同一ではなく、変位量 V_D 分だけ変位した位置の変位視点 OP となる。また、請求項 1 及び請求項 6 にいう視点は、基準視点 O 及び変位視点 OP を含む。

【0038】

光源 L は、計算上の空間内の仮想の光源であり、カメラで撮影する時の状況に合わせて設定される。例えば、カメラ撮影が外で行われれば、太陽の位置に合わせて明るさ、色、位置などが決定される。なお、光源 L は一つとは限らず、カメラ撮影時の状況に合わせて複数設定しても構わない。

【0039】

較正テーブル蓄積手段 20 は、追跡視線 LC を決定するための較正テーブル 21 を蓄積する記憶装置である。較正テーブル 21 は、図 3 に示すように、投影面 PL 上の座標（画素位置） (x, y) ごとに、変位視点 OP の基準視点 O からの変位量 $V_D (dx, dy, dz)$ 、方向ベクトル $V_C (Cx, Cy, Cz)$ を対応づけて記憶している。

変位量 V_D は、基準視点 O から変位視点 OP までの三次元ベクトルである。基準視点 O は、任意の固定点であるが、カメラの光学中心に相当する点を基準視点 O とするのが簡便でよい。また、変位量 V_D の終点位置は、カメラに入ってくる光線の延長線上の点であれば、どの点でも構わないが、カメラの入射光線に降ろした垂線の足に相当する点にすると簡便である。

方向ベクトル V_C は、変位視点 OP から、投影画素 PP に向かうベクトルであ

る。

すなわち、基準視点 O 、変位量 V_D 、及び方向ベクトル V_C により、追跡視線 LC を特定することができる。

【0040】

追跡視線算出手段30は、前記した較正テーブル蓄積手段20（較正テーブル21）から、投影画素 PP の位置に応じた変位量 V_D と方向ベクトル V_C を読み出して、追跡視線 LC を算出する手段である。具体的には、基準視点 O の座標に変位量 V_D の値を足して変位視点 OP の座標を計算し、変位視点 OP の座標と、方向ベクトル V_C から追跡視線 LC の式を求めればよい。

【0041】

二次元画像生成手段40は、追跡視線算出手段30が算出した追跡視線 LC に基づき、立体モデル OB の色を取得し、投影画素 PP の色を決定する手段である。具体的には、追跡視線 LC を変位視点 OP から立体モデル OB に向かって追跡し、例えば立体モデル OB の表面の色や反射率を取得し、光源 L まで追跡して、投影画素 PP の色を含むモデル情報（明るさ、色合い、基準視点 O からの距離など）を決定する。なお、立体モデル OB が透明体の場合には、立体モデル OB の内部まで追跡して色を決定する。また、前記基準視点 O からの距離は、実写画像への合成の際に必要なことがあるので、これを付加して記憶しておくのが望ましい。

そして、すべての投影画素 PP について色を決定することで、二次元画像を投影面 PL 上に生成する。

【0042】

画像合成手段50は、二次元画像生成手段40が生成した二次元画像と実写画像を合成する手段である。実写画像は、適宜な入力手段により、画像合成装置1の外部から入力しても良いし、画像合成装置1が有する記憶装置内から読み込んでも良い。画像の合成は、基本的に、実写画像の上に基準視点 O からの距離に応じて二次元画像を重ねることで生成される。つまり、実写画像の中で、立体モデル OB が実写画像内の構成物より近くに写っている画素の色を二次元画像の色で置き換えればよい。

なお画像フレームの大きさを合わせていなかった場合には、両者の画像フレームを合わせた上で重ね合わせを行う。

【0043】

次に、図4のフローチャートを参照しながら実施形態に係る画像合成装置1（レンダリング装置1'）の動作について説明する。

画像合成装置1に、まずモデル設定手段10により、立体モデルOB、投影面PL、投影画素PP及びそのフレーム、基準視点O、光源Lを設定する（ステップS1）。すなわち、立体モデルOBのデータや、その計算上の空間内の位置を設定し、基準視点Oをカメラ撮影時のカメラの位置に、そして、投影面PL、投影画素PPを撮像面の位置に、光源Lや、基準視点O、投影面PL、投影画素PPの位置関係をカメラ撮影時に合わせて設定する。

そして、較正テーブル21を参照して、投影画素PPに対応する変位量 V_D 及び方向ベクトル V_C を取得する（ステップS2）。

次に、追跡視線算出手段30が、変位量 V_D 及び方向ベクトル V_C に基づいて、追跡視線LCを算出する（ステップS3）。

追跡視線LCを算出したら、二次元画像生成手段40が、変位視点OPから追跡視線LCに沿って立体モデルOBの属性（例えば、表面・内部の色や、反射率、透明度等）、光源Lを追跡して（ステップS4）、投影画素PPの色を決定する（ステップS5）。

そして、すべての投影画素PPについて色を決定していなければ（ステップS6, No）、ステップS2～ステップS5を繰り返し、すべての投影画素PPについて色を決定したならば（ステップS6, Yes）、二次元画像が完成する（ステップS7）。

最後に、実写画像に完成した二次元画像を重ね合わせれば（ステップS8）、合成画像が完成する。

【0044】

以上のような実施形態の画像合成装置1（レンダリング装置1'）によれば、実写画像を撮影したカメラの入射光線と同じ追跡視線で立体モデルを投影面に投影できる。そのため、投影面で生成した二次元画像を実写画像に重ねて合成画像

を作成すると、実写画像上の正確な位置、向きで二次元画像（CG）が合成される。そのため、この画像合成装置 1（レンダリング装置 1'）を使用して CG と実写画像を合成し、各コマを生成すれば、実写映像と CG 映像が自然に融合した映像を容易に作ることができる。

【0045】

【発明の効果】

以上説明したとおり、本発明に係る画像合成方法、画像合成装置、または画像合成プログラムによれば、カメラの非ピンホール性を考慮して、光学中心と実際にカメラのレンズ系に入射する光のズレを補正し、実写画像と CG 画像を自然に融合した画像を得ることができる。

また、本発明に係るレンダリング方法、レンダリング装置、またはレンダリングプログラムによれば、実写画像と合成するための二次元画像を容易かつ正確に生成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施形態に係る画像合成装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】

実施形態に係る画像合成装置で使用されるレンダリング方法を説明する図である。

【図 3】

校正テーブルの一例を示す図である。

【図 4】

実施形態に係る画像合成装置の処理を示すフローチャートである。

【図 5】

一般的なレイトレーシング法の概念を説明する図である。

【図 6】

ピンホールカメラモデルの概念を説明する図である。

【図 7】

レンズ系を有するカメラの模式図である。

【図 8】

キャリブレーションデータの内容を説明する図である。

【図 9】

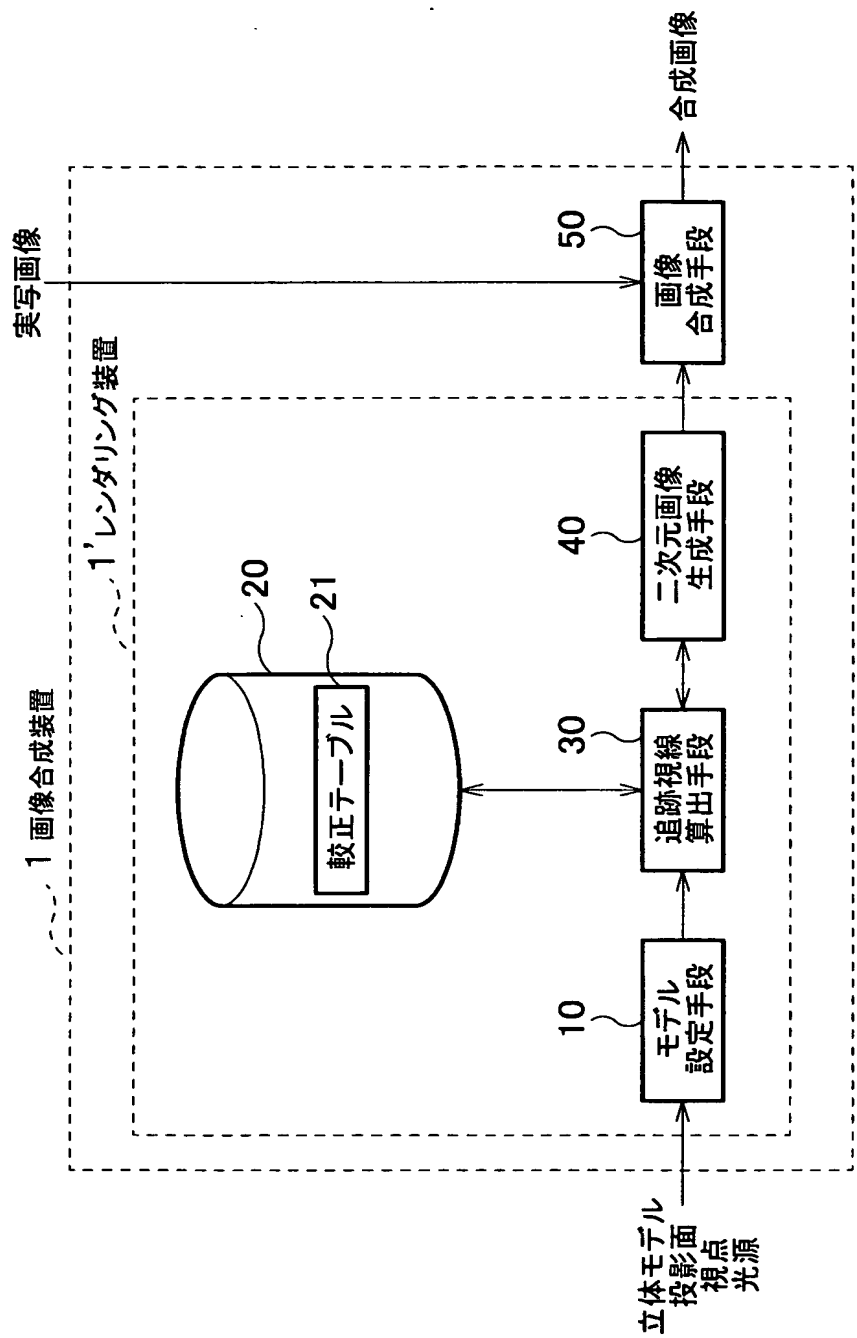
キャリブレーションデータの生成方法を説明する図である。

【符号の説明】

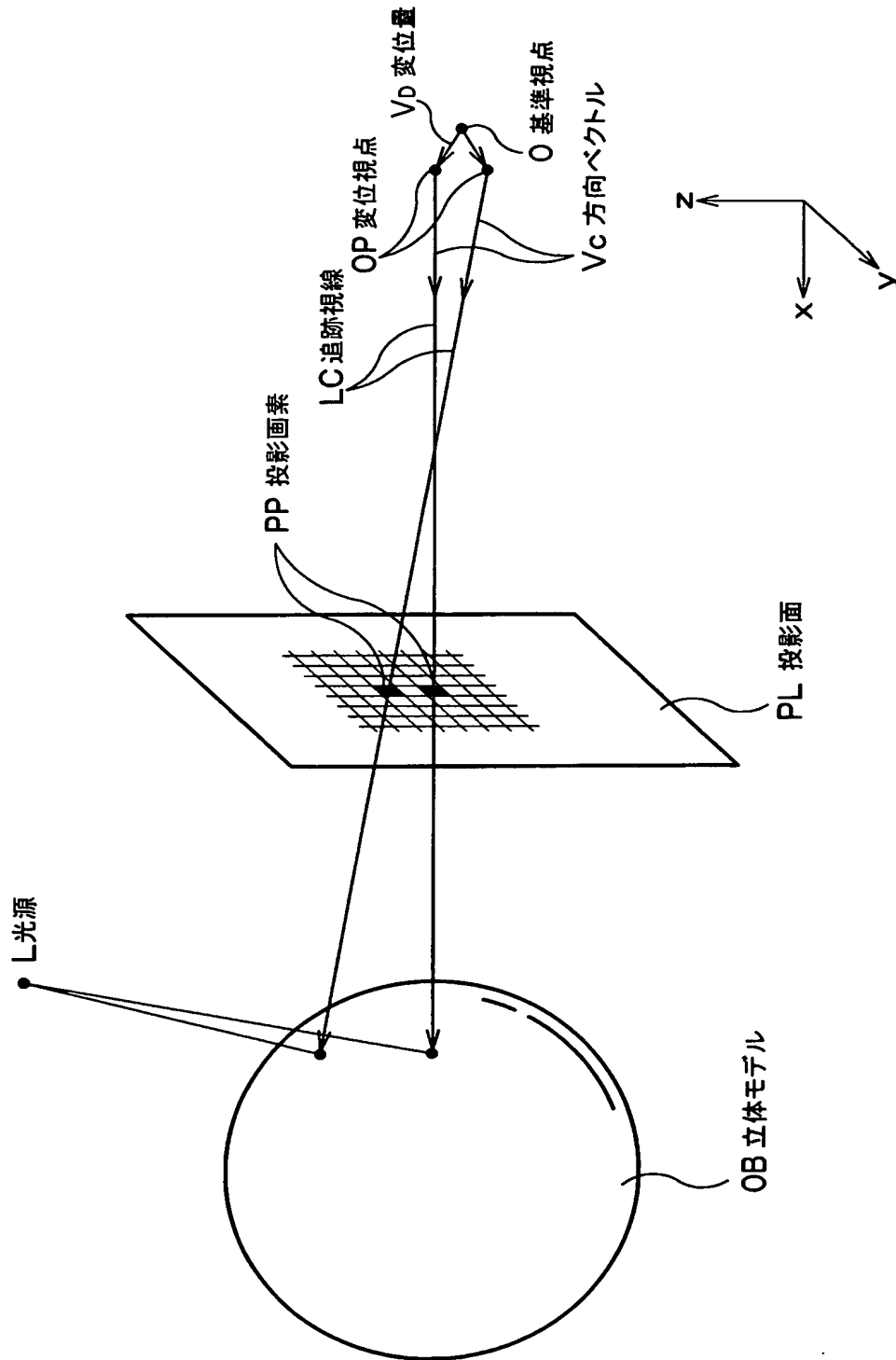
- 1 画像合成装置
- 1' レンダリング装置
- 1 0 モデル設定手段
- 2 0 較正テーブル蓄積手段
- 2 1 較正テーブル
- 3 0 追跡視線算出手段
- 4 0 二次元画像生成手段
- 5 0 画像合成手段

【書類名】 図面

【図 1】



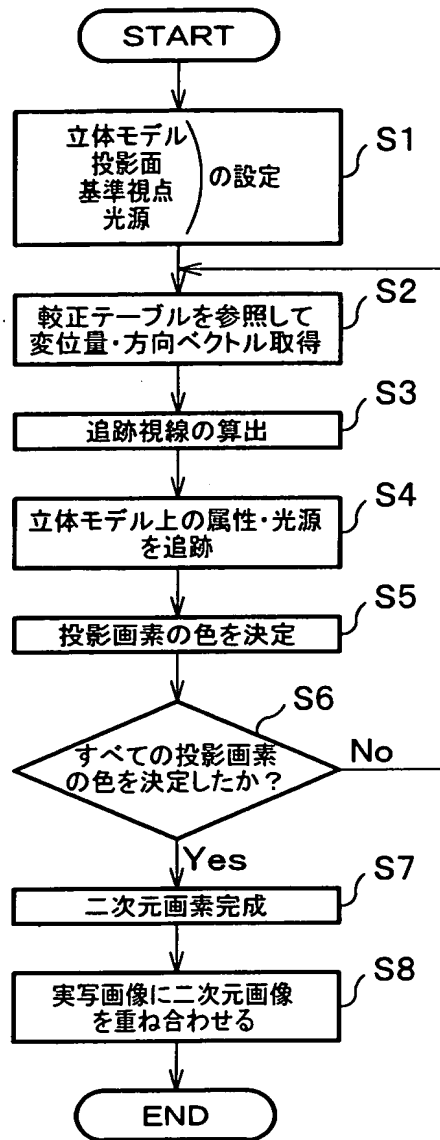
【図 2】



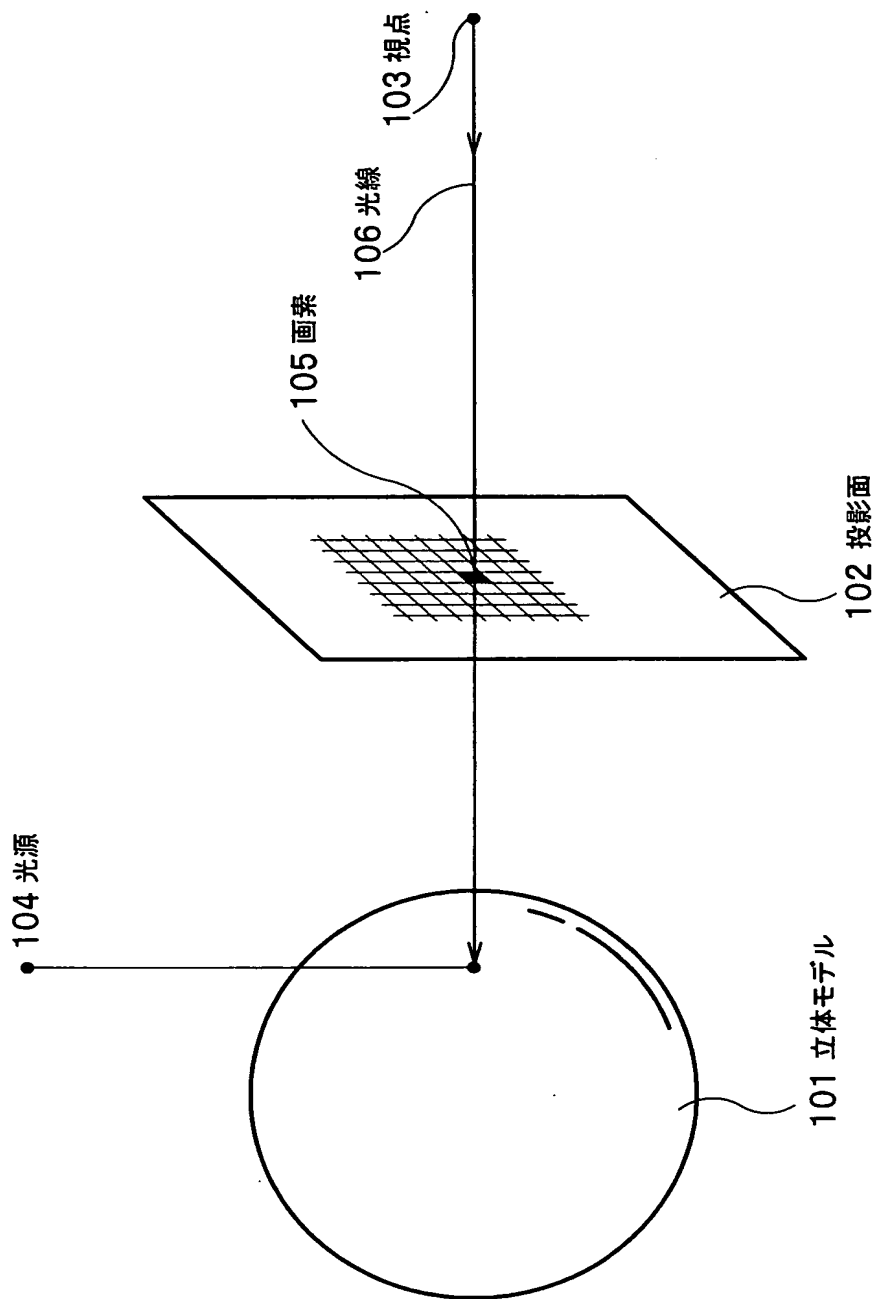
【図 3】

投影面上の座標			変位量 V_D			方向ベクトル V_C		
x	y		dx	dy	dz	Cx	Cy	Cz
0	0		0.01	0.05	-0.01	0.0151	0.85	0.012
1	0		0.009	0.05	-0.01	0.0149	0.85	0.012
3	0		0.009	0.05	-0.01	0.0147	0.85	0.012
.
.
.
768	0		.	.	.	.	.	.
0	1		.	.	.	.	.	.
1	1		.	.	.	.	.	.
.
.

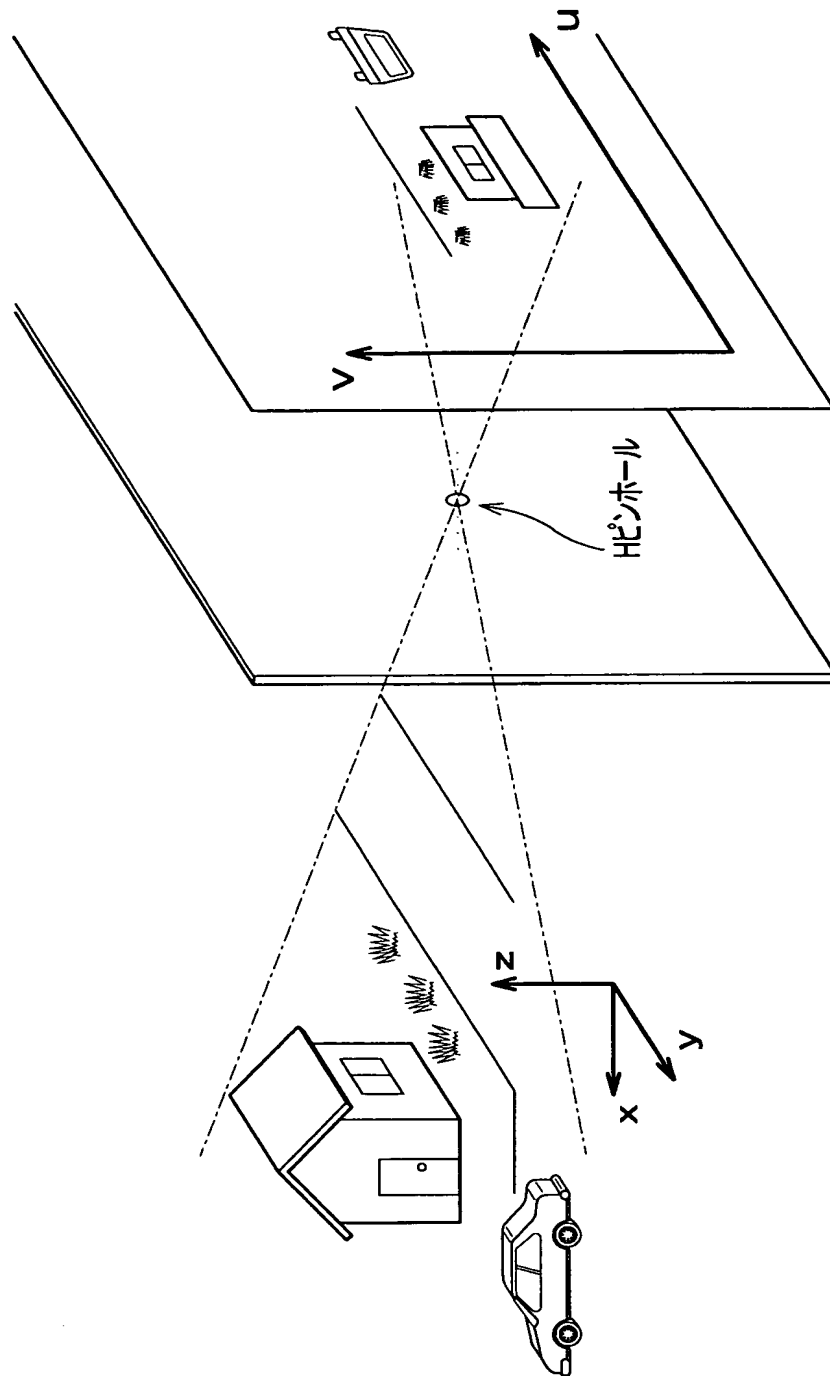
【図 4】



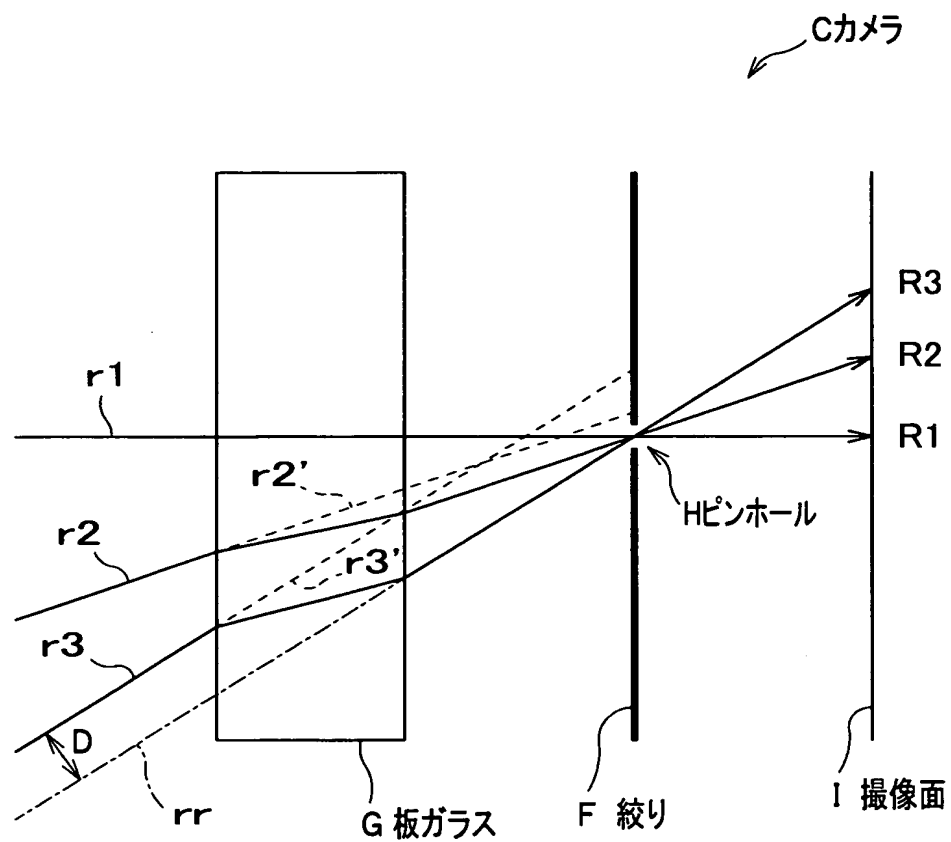
【図 5】



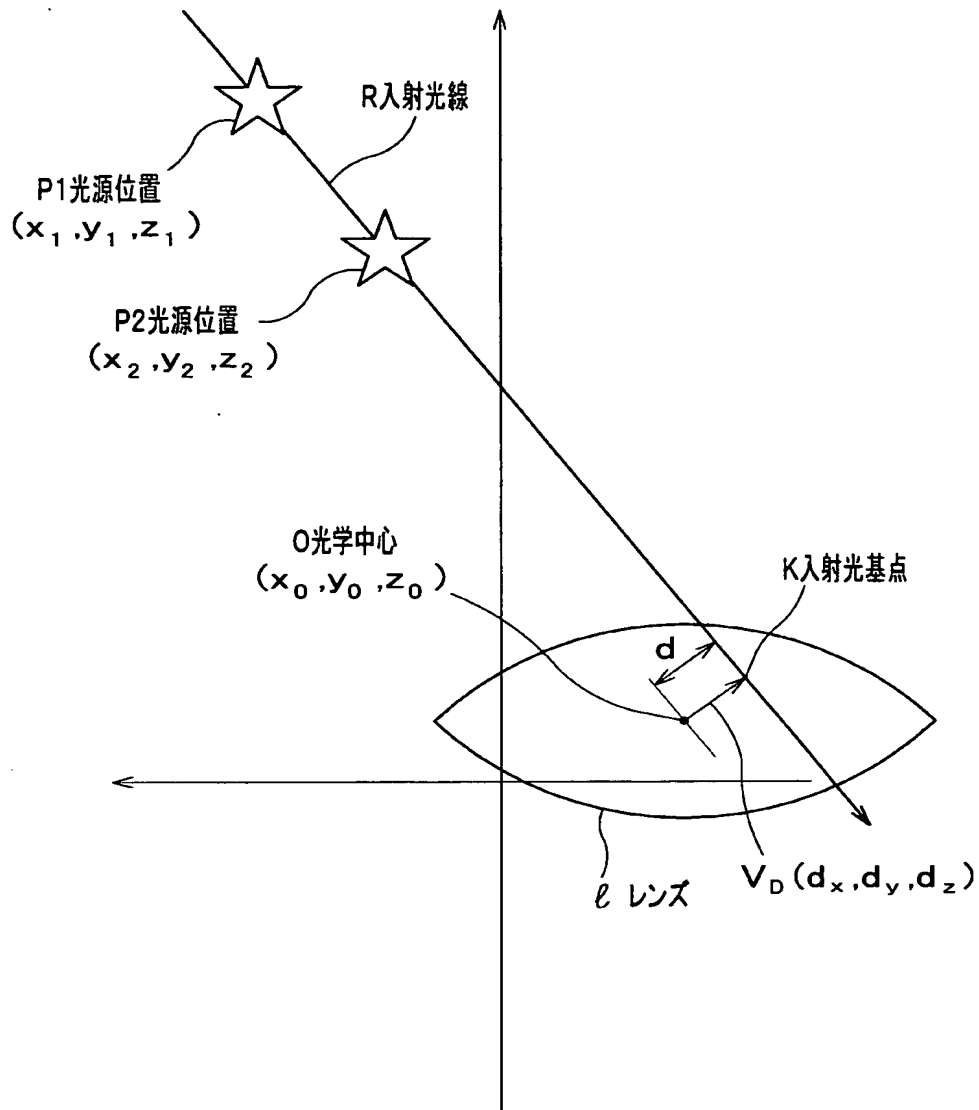
【図 6】



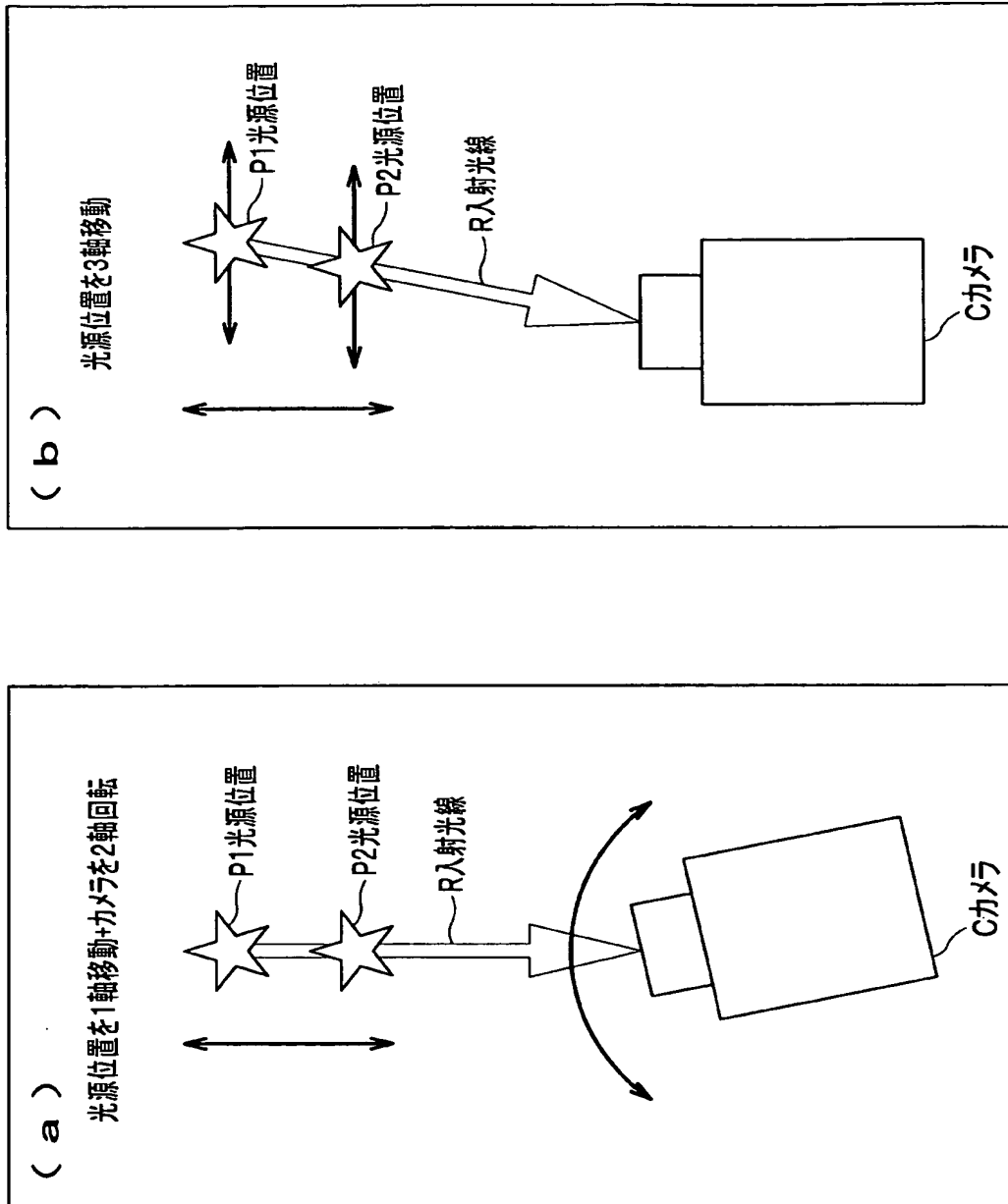
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 自然な感じで実写画像とCGを合成すること目的とする。

【解決手段】 立体モデルOB、投影面PL、光源L、基準視点Oを計算上の空間に設定する。そして、基準視点Oから立体モデルOB、光源Lを追跡する追跡視線LCを決めるに際し、実写画像を撮影したカメラの撮像素素への入射光線に合わせるように、投影画素PPごとに、基準始点Oから変位量 V_D だけずれた位置から追跡視線LCを決めた。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 1 1 3 2 0 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 9 月 6 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号
氏 名	本田技研工業株式会社